

УДК 621.311

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ РАЗВИТИЯ СЕТИ, ОСНОВАННЫХ НА УЧЕТЕ ЗАТРАТ

Н. Ю. Сафонов¹, Г. С. Шабалин²

^{1,2} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ Saffon1998@gmail.com

Аннотация. В статье представлено сравнение методов, статических приведенных и динамических дисконтированных затрат при сопоставлении вариантов развития сети. Для анализа технико-экономической эффективности в методе дисконтированных затрат, использовались различные расчетные модели. В работе применен критерий чистого дисконтированного дохода (ЧДД) для оценки технико-экономической эффективности вариантов развития сети. В ходе исследования показана чувствительность метода статических приведенных затрат к стоимости издержек на потери электроэнергии. Выявлено, что одноставочная и двухставочная модель определяют наиболее выгодный вариант для сетевых компаний, а модель дисконтированного денежного потока (ДДП) определяет наиболее выгодный вариант с точки зрения общесистемного эффекта.

Ключевые слова: статические приведенные затраты, динамические дисконтированные затраты, критерий чистого дисконтированного дохода, технико-экономическое сопоставление вариантов

COMPARISON OF METHODS FOR EVALUATING NETWORK DEVELOPMENT OPTIONS BASED ON COST ACCOUNTING

N. Yu. Safonov¹, G. S. Shabalin²

^{1,2} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ Saffon1998@gmail.com

Abstract. The article presents a comparison of methods, static reduced costs, as well as dynamic discounted costs, when comparing options for network development.

To analyze the technical and economic efficiency in the discounted cost method, various calculation models were used. In the work, the criterion of net present value (hereinafter NPV) is applied to assess the technical and economic efficiency of the network development options. The study shows the sensitivity of the method of static reduced costs to the cost of costs for electricity losses. It was revealed that the one-rate and two-rate models determine the most profitable option for grid companies, and the discounted cash flow model determines the most profitable option in terms of the system-wide effect.

Keywords: static reduced costs, dynamic discounted costs, criterion of net present value, technical and economic comparison of options

Основными задачами проектирования электрических сетей являются разработка вариантов их развития, а также технико-экономическое обоснование. Рациональный выбор варианта позволяет минимизировать количество ресурсов при строительстве и эксплуатации сети. Помимо решения задачи ресурсосбережения, оптимально выбранный вариант позволяет получить более энергоэффективную сеть, т. к. учитывается немаловажный фактор минимизации потерь электроэнергии. Для анализа экономической эффективности вариантов в работе используются методы статических приведенных, а также динамических дисконтированных затрат.

При статической постановке задачи проектирования электрической сети затраты представляют собой распределенную в течение срока окупаемости проекта сумму капиталовложений, которые были внесены в проект до начала его эксплуатации, и издержек во время эксплуатации проекта. Выбор одного варианта из совокупности допустимых вариантов по экономическому критерию сводится к поиску варианта с минимальными статическими затратами [1].

Метод дисконтированных затрат позволяет учитывать поэтапный ввод капитальных вложений, а также изменение во времени стоимости сооружения объекта [2]. Помимо минимума суммарных дисконтированных затрат, в качестве критерия экономической эффективности какого-либо проекта используется такой показатель, как чистый дисконтированный доход (ЧДД) [3].

В зависимости от подхода к тарифообразованию на электроэнергию приток денежных средств может быть учтен тремя различными способами:

$$1) C_{(t)} = \left(\sum P k_{\text{нер. max}} \cdot C_{\text{Т. сод}} \cdot 12 + C_{\text{Т. пот}} \Delta \mathcal{E} - \mathcal{I} \right) \cdot (1 + \gamma)^{t-1},$$

где $t = [T_c; T]$, T_c — срок сооружения объекта, T — срок окупаемости объекта; $\sum P$ — суммарная сетевая мощность; $Ст_{\text{сод}}$ — ставка за содержание электрических сетей; $Ст_{\text{пот}}$ — ставка на оплату потерь в электрических сетях; $\Delta \mathcal{E}$ — годовые потери электроэнергии; $И$ — ежегодные эксплуатационные издержки; γ — коэффициент, учитывающий уровень инфляции в процентном соотношении;

$$2) C_{(t)} = (\sum P T_{\text{max}} \text{Од}_{\text{тар}} - И) \cdot (1 + \gamma)^{t-1},$$

где $\text{Од}_{\text{тар}}$ — одноставочный тариф;

$$3) C_{(t)} = (\sum P T_{\text{max}} \text{Од}_{\text{тар}} - И - \text{Оц}_{\text{пот}} \Delta P^* \tau) \cdot (1 + \gamma)^{t-1},$$

где ΔP^* — разность потерь мощности анализируемого варианта с вариантом с минимальными потерями мощности; $\text{Оц}_{\text{пот}}$ — экспертно-введенная оценка влияния потерь в сети на экономическую эффективность проекта.

Сравнение методов в работе производится на основании результатов заранее спроектированных сетей 110 кВ (табл. 1, рисунок) и 220 кВ (табл. 2) (ДДП — дисконтированный денежный поток).

Таблица 1

Итоговое сравнение вариантов развития сети 110 кВ

Поз.	Одноставочная модель		Двухставочная модель		Общесистемная модель	Метод статических приведенных затрат	
	ЧДД = 0, г.	ЧДД ₍₁₀₎ , (тыс. р.)/г.	ЧДД = 0, г.	ЧДД ₍₁₀₎ , (тыс. р.)/г.	ДДП ₍₁₀₎ , (тыс. р.)/г.	З*, отн. ед./г.; $\beta = 1,2$; (тыс. р.)/(МВт · ч)	З*, отн. ед./г.; $\beta = 2$; (тыс. р.)/(МВт · ч)
1	6	1384169	6	1067780	1345070	1,27	1,245
2	6	1487932	6	1171165	1453964	1,14	1,131
3	5	1615415	6	1298893	1578135	1,00	1,000
4	6	1388948	6	1069679	1388948	1,24	1,206

По результатам сравнения методов оценки вариантов развития сети (рис. 1) наблюдается чувствительность метода статических приведенных затрат к стоимости издержек на потери электроэнергии. Такой метод рекомендуется использовать для качественной оценки разработанных вариантов развития сети.

Для однозначного определения наиболее выгодного и рационального варианта сети предлагается использовать метод динамических дис-

континированных затрат с использованием критерия ЧДД. При этом при наличии в узлах проектируемой сети потребителей только III категории необходимо также учесть ущерб от перерывов электроснабжения.

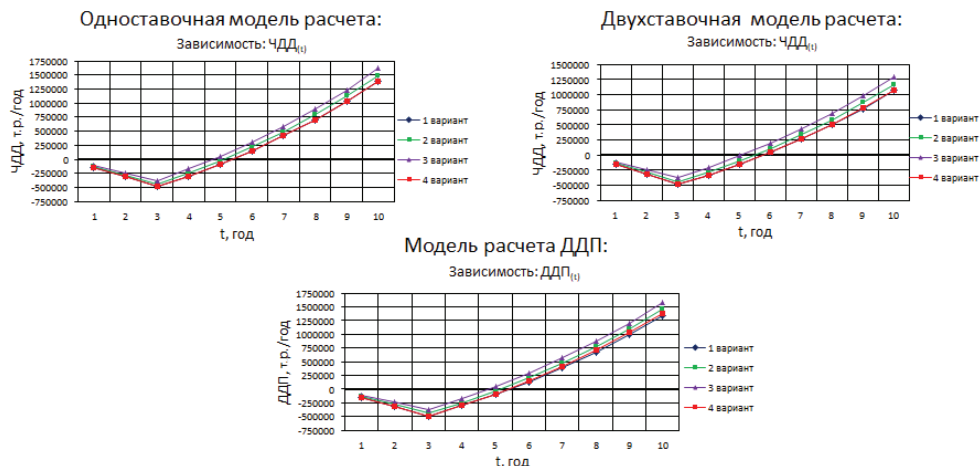


Рис. 1. Сравнение различных моделей расчета сети 110 кВ

Таблица 2

Итоговое сравнение вариантов развития сети 220 кВ

Поз.	Одноставочная модель		Двухставочная модель		Общесистемная модель	Метод статических приведенных затрат	
	ЧДД = 0, г.	ЧДД ₍₁₀₎ , (тыс. р.)/г.	ЧДД = 0, г.	ЧДД ₍₁₀₎ , (тыс. р.)/г.	ДДП ₍₁₀₎ , (тыс. р.)/г.	З*, отн. ед./г.; β = 1,2; (тыс. р.)/ (МВт · ч)	З*, отн. ед./г.; β = 2; (тыс. р.)/ (МВт · ч)
1	5	6922158	6	5585891	6758426	1,020	1,030
2	6	6667649	6	5332402	6496578	1,080	1,080
3	5	6967906	6	5626801	6863730	1,005	1,011
4	6	6941787	6	5593337	6941787	1,000	1,000

При использовании модели расчета ДДП учитывается разность потерь между вариантами, что позволяет оценить сеть с точки зрения энергоэффективности и технической составляющей, следовательно, метод динамических дисконтированных затрат позволяет наиболее точно ранжировать варианты развития сети, относимые к равно-экономичным. При применении метода динамических затрат и критерия ЧДД одноставочная и двухставочная модель показывают наибо-

лее выгодный вариант для сетевых компаний, а модель ДДП наиболее выгодный вариант с точки зрения общесистемного эффекта. Помимо этого, модель ДДП позволяет выбрать вариант с оптимальным потокораспределением, т. е. минимизировать потери, при этом снижаются затраты на передачу электроэнергии, увеличивается ресурс оборудования, тем самым повышается эффективность сети.

Таким образом, в статье описан подход к решению проблемы оптимального выбора варианта развития сети. Такой вариант развития обеспечивает наилучший баланс ресурсосбережения (минимизации капвложений) и энергосбережения (минимизации потерь).

Список источников

1. Идельчик В. И. Электрические системы и сети. М. : Энергоатомиздат, 1989. 592 с.
2. Ананичева С. С., Котова Е. Н. Проектирование электрических сетей / науч. ред. С. Н. Шелюг. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. 164 с.
3. Ананичева С. С., Мызин А. Л. Оценка сравнительной эффективности инвестиционных проектов методом интегральных приведенных затрат [Электронный ресурс] // Энергосистема, управление, конкуренция, образование : материалы III междунар. науч.-практ. конф., 13–16 окт. 2008 г., Екатеринбург, УГТУ-УПИ. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2008. 1 эл. опт. диск (CD-ROM).